

# 冷却剤としてのバイオエタノール分解特性に関する研究

著者	笹山 容資, 東野 和幸, 杉岡 正敏, 寺田 利幸, 牟田 龍平
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2010
ページ	56-58
発行年	2011-09
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00008751">http://hdl.handle.net/10258/00008751</a>

## 冷却剤としてのバイオエタノール分解特性に関する研究

- 笹山 容資(航空宇宙システム工学専攻 DC2)  
東野 和幸(航空宇宙機システム研究センター 教授)  
杉岡 正敏(航空宇宙機システム研究センター 特任教授)  
寺田 利幸(航空宇宙システム工学専攻 M1)  
牟田 龍平(機械システム工学科 B4)

### 1. 緒言

宇宙開発の更なる発展へ寄与するため、ロケットエンジンには低コスト化、信頼性の向上が求められている。また、近年の地球温暖化等の環境問題に考慮し、環境負荷の低減を図る必要がある。これらを解決するための新たな液体ロケット燃料として、バイオエタノールが注目を集めている。バイオエタノールは比較的高密度な常温液体であり、取り扱いが容易で毒性も有していない。また、植物等のバイオマスを原料とし製造されているため、温室効果ガスである二酸化炭素の増加に影響しない。しかし、バイオエタノールを燃料としたエンジンは過去に実用化されていなく、エンジン設計に必要な基本的特性が解明されていない。

本研究では、バイオエタノールエンジン実現のために必要な基本的特性の一つである冷却特性に注目した。これはロケットエンジン低コスト化の実現に有力なエンジン再使用化に必要と考えられる再生冷却特性を解明することが重要なためである。本稿では、冷却特性評価のうち再生冷却の冷却剤としてのバイオエタノール利用可能範囲の特定および 1 次元熱伝達推算による再生冷却性能推算結果について述べる。

### 2. 冷却剤として利用可能範囲の特定

#### 2.1 熱分解特性評価実験の概要

バイオエタノールは高温になると熱分解し、これに伴う煤の発生により再生冷却溝への付着による冷却性能の低下や燃料流路の狭窄等の問題が生じる可能性が示唆された。そこで本実験では、バイオエタノールの熱分解特性および、熱分解に影響を与える金属の触媒効果を解明するために準静的環境にて加熱実験を実施した。実験装置を図 1 に、実験条件を表 1 に示す。

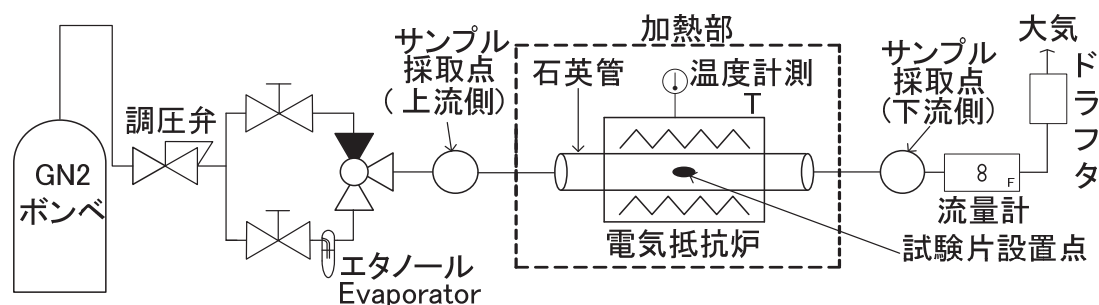


図 1 実験装置概要

表 1 実験条件概要

試験目的	試験温度	試験片	試験時間
熱分解開始温度の特定	600～700K間で 10K毎	-	各温度20分
触媒効果確認	400～560K間で 10K毎	Inconel600, SUS316, OMC, OFHC, Inconel600+金, OMC+金(1μm)	
コーキング評価	900K	Inconel600, OMC	80分
触媒劣化確認	750K, 900K	Inconel600, SUS316, OMC, OFHC, Inconel600+金, OMC+金(1μm)	各温度80分

## 2.2 熱分解特性評価実験結果

表 2 に実験より得られた各条件でのバイオエタノール熱分解開始温度を示す. この結果より, ロケットエンジン再生冷却溝ではバイオエタノールは約 500K より熱分解を生じる可能性が示唆された. また, 熱分解が生じた実験後の金属試験片表面には炭素成分の析出も確認されたため, 熱分解反応に伴いコーキングが発生することが確認された(図 2 参照). なお, 本実験ではバイオエタノールの供給流量は 0.0016[mL/min]と極少量であるため, コーキング量などの定量評価までは至っていない.

表 2 バイオエタノールの熱分解開始温度(実験圧力約 0.2[MPaA])

試験片	触媒効果による熱分解開始温度
エタノール単体	650～660K
Inconel600	約550K
OMC	約540～550K
SUS316	約500K
OFHC	約490K
Inconel600+金	約450K
OMC+金	

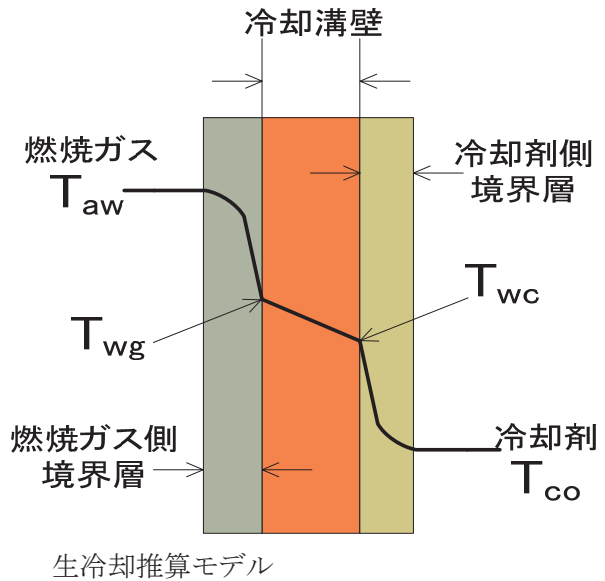


図 2 コーキングの様子(Inconel600)

### 3. 再生冷却性能の推算

本推算では、本センターにて設計中である推力 600kg 級バイオエタノール/LOX ロケットエンジン燃焼器形状を利用し、再生冷却によるバイオエタノールの温度上昇および冷却性能評価を実施した。推算モデルは図 3 に示す 1 次元の計算モデルを利用し、燃焼器複数断面にて熱伝達計算を実施した。

推算の結果、バイオエタノールの温度上昇は約 100[K]であった。そのため、本推算結果では、バイオエタノールは熱分解開始温度まで上昇しておらず、コーキングが発生しないと考えられる。ただし、エンジン燃焼器形状等により、この推算結果は変わるため、再生冷却を適用する場合には各エンジンで検討する必要がある。



### 4. 結言

本研究では、バイオエタノールの冷却特性に着目し、バイオエタノールの冷却剤としての利用可能範囲の特定、および再生冷却性能の推算を実施した。その結果、バイオエタノールの冷却剤としての利用可能温度は約 500[K]以下であり、本センターにて設計中の推力 600kg 級バイオエタノール/LOX ロケットエンジン燃焼器に適用した場合には約 100[K]の温度上昇が見込まれた。

今後は詳細な熱分解機構やコーキングの定量評価を実施し、コーキング発生時のエンジンへの影響評価や、詳細な冷却性能評価を実施する予定である。